

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ВО ВРЕМЕНИ

Представил д-р техн. наук, профессор А.А. Плугин

Введение. На устойчивость земляного полотна влияет много факторов, что существенно усложняет прогнозирование возникновения и развития деформаций и повреждений, а это в свою очередь приводит к существенным материальным затратам на восстановительные работы, потерям от перерывов в движении поездов, увеличению расходов на содержание пути, снижает уровень безопасности движения. Для повышения надежности участков пути необходимо создание системы мониторинга технического состояния земляного полотна на основе информационных технологий, в которой будет учтено максимально возможное количество влияющих на устойчивость земляного полотна факторов. Мониторинг позволит ранжировать участки пути по степени опасности возникновения на них деформаций и выявлять наиболее опасные места, требующие дополнительного обследования или стабилизации. Однако, наряду с накоплением ежегодных статистических данных по количеству и видам дефектов, мониторинг должен включать и анализ качественных изменений распределения дефектов и деформаций земляного полотна с течением времени.

Для создания такой системы требуется провести глубокие исследования зависимости деформаций и повреждений земляного полотна и геометрии рельсовой колеи от различных природных и эксплуатационных факторов.

Анализ предыдущих публикаций и исследований. Результаты таких исследований приведены в работах [1-4]. В

работах [1, 2] предложена гипотеза, что на электрифицированных участках железных дорог токи утечки и блуждающие токи могут усилить отрицательное влияние повышенной влажности на земляное полотно. При этом внешнее электрическое поле может вызывать электромиграцию ионов солей, растворенных в грунтовых водах, что будет являться дополнительным дестабилизирующим фактором для земляного полотна. В [3] высказано предположение, что деформации грунта на стадиях упругого сжатия и быстронатекающей ползучести определяются условно упругим сжатием двойного электрического слоя частиц грунта и диффузионным переносом противоионов с гидратными оболочками в зону между частицами грунта. При изучении напряженно-деформированного состояния грунтов учет ползучести приводит к результатам, которые значительно больше отвечают действительности, чем решения, основанные только на теории фильтрационной консолидации.

Корреляция между видом деформации земляного полотна и видом электрификации данного участка пути исследовалась в работах [1, 4]. Показано, что электрификация приводит к увеличению осадок земляного полотна по сравнению с неэлектрифицированными участками. Сделан вывод, что процесс развития дефектов на участках, электрифицированных постоянным током, несколько отличается от участков, неэлектрифицированных и электрифицированных переменным током.

Цель статьи. Многообразие причин дефектов, деформаций и повреждений земляного полотна требует обеспечить комплексный подход к оценке его состояния в зависимости от указанных факторов. Исходя из изложенного, целью настоящей работы является выявление факторов, обуславливающих возникновение и развитие деформаций и повреждений земляного полотна с течением времени, и оценка их значимости.

В литературе практически не встречаются сравнительные данные о видах деформаций земляного полотна на неэлектрифицированных участках и участках с постоянным и переменным током и их изменение с течением времени. Вместе с тем подверженность грунтов как дисперсных систем электрокинетическим и поляризационным явлениям дает основание предположить зависимость возникновения деформаций и повреждений от электрификации участков. Для проведения

такого анализа были выбраны данные о дефектных участках земляного полотна на Южной железной дороге, 46% протяженности которой неэлектрифицировано, 30% – электрифицировано постоянным током, 24 % – переменным. В статье обобщены данные о протяженности дефектных мест по состоянию на 01.01.2008 г., на 01.01.2012 г. и проведено их сравнение с видами деформаций до электрификации (по данным из [5]).

Новые результаты сравнительного анализа распределения дефектов и деформаций во времени. Для того чтобы проследить динамику изменения видов деформаций и повреждений с течением времени и их распределения по количеству, было проведено сравнение видов первых зарегистрированных более 100 лет назад дефектов на тех участках, которые были впоследствии электрифицированы, с дефектами, наблюдающимися в течение последних нескольких лет (рис. 1).

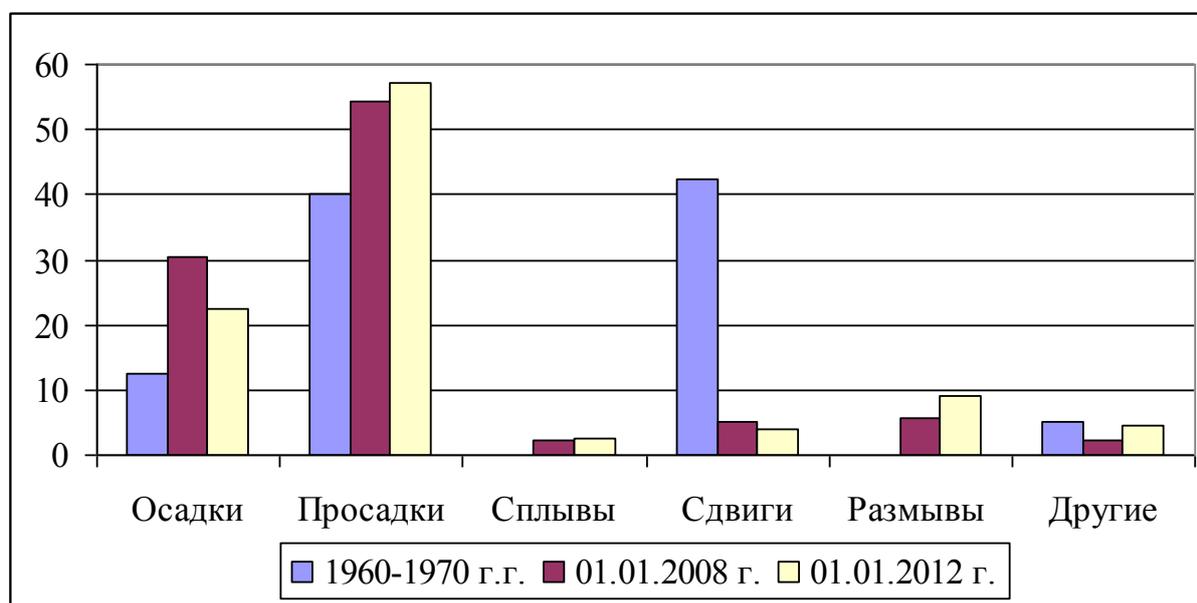


Рис. 1. Изменение распределения общего количества дефектных мест земляного полотна с течением времени

Как видно из диаграмм, с течением времени количество осадков и просадок увеличилось (соответственно, в 3 и 1,5

раза), проявились новые виды дефектов – сплывы и размывы. Общее количество сдвигов уменьшилось в 10 раз за счет

устройства контрбанкетов на опасных участках. Проанализируем изменение вида и количества дефектов для каждого вида электрификации с течением времени.

На участках, которые в настоящее время электрифицированы постоянным током, первые зарегистрированные с 1884 г. деформации распределялись следующим образом: осадки – 20,3%;

просадки – 13,6 %; сдвиг косогора – 64,5 %. Как видим, после электрификации количество осадок на этих участках возросло в три раза и достигает 60% на 01.01.2008 г. и 40% на 01.01.2012 г., количество просадок возросло в два раза и достигает 23% на 01.01.2008 г. и 36% на 01.01.2012 г., а количество сдвигов косогора – уменьшилось (рис. 2).

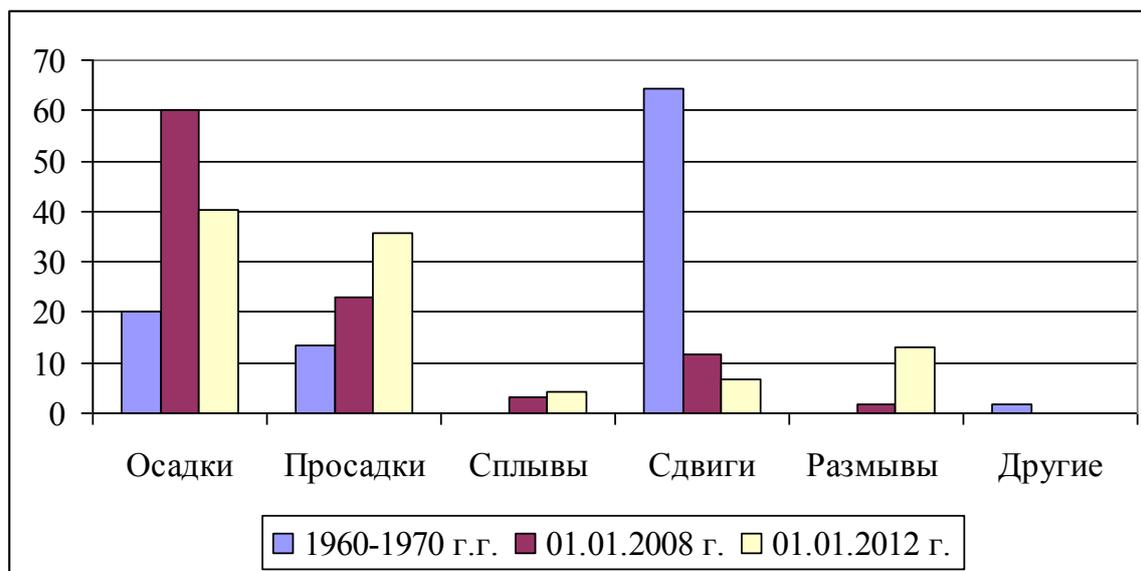


Рис. 2. Распределение общего количества дефектных мест земляного полотна на участках, электрифицированных постоянным током

На участках, которые в настоящее время электрифицированы переменным током, первые зарегистрированные с 1901 г. деформации распределялись следующим образом: осадки – 8%; просадки – 58%; сдвиг косогора – 30%. В настоящее время количество осадок возросло почти в два раза и достигает 20%, количество просадок не изменилось, уменьшилось количество сдвигов в три раза и появились размывы откосов – 10% (рис. 3). Такая же тенденция по сдвигам косогора наблюдается и на оставшихся неэлектрифицированными участках – их количество уменьшилось с 30% до 3%, а вот количество осадок незначительно

снизилось, количество просадок увеличилось в два раза (рис. 4).

Обобщение данных, представленных на рис. 2-4, позволяет сделать предположение о влиянии вида электрификации на распределение дефектов – количество осадок возросло в три раза на участках, электрифицированных постоянным током, и в два раза на участках, электрифицированных переменным током. В то же время на неэлектрифицированных участках количество осадок незначительно снизилось. Увеличение просадок произошло на участках, электрифицированных постоянным током, и неэлектрифицированных (рис. 5).

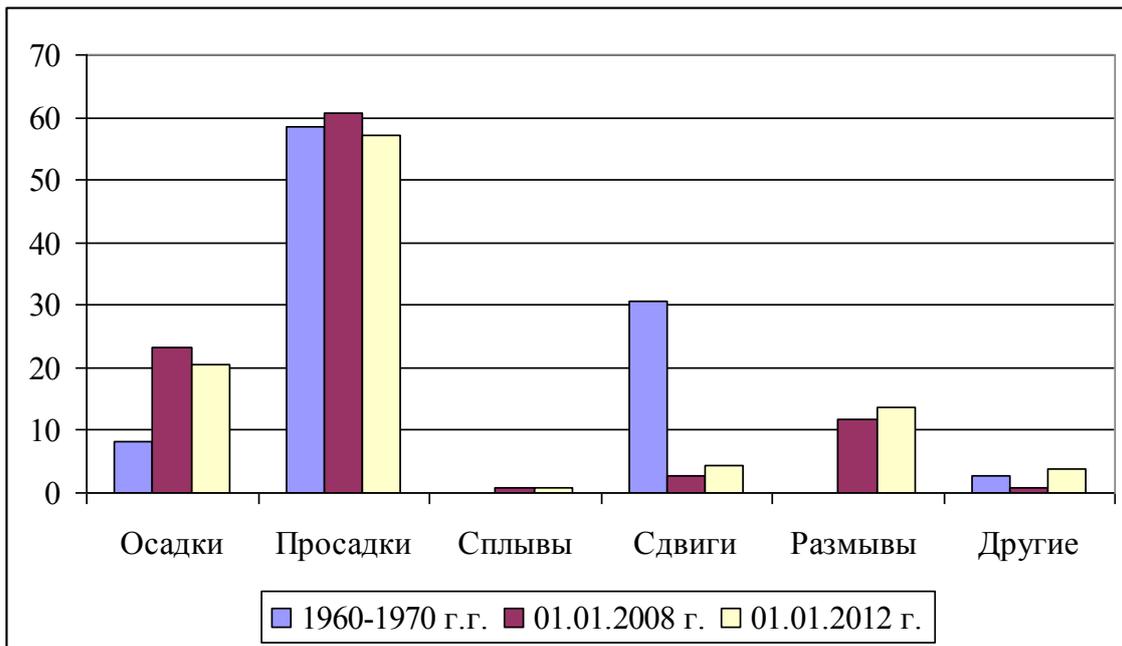


Рис. 3. Распределение общего количества дефектных мест земляного полотна на участках, электрифицированных переменным током

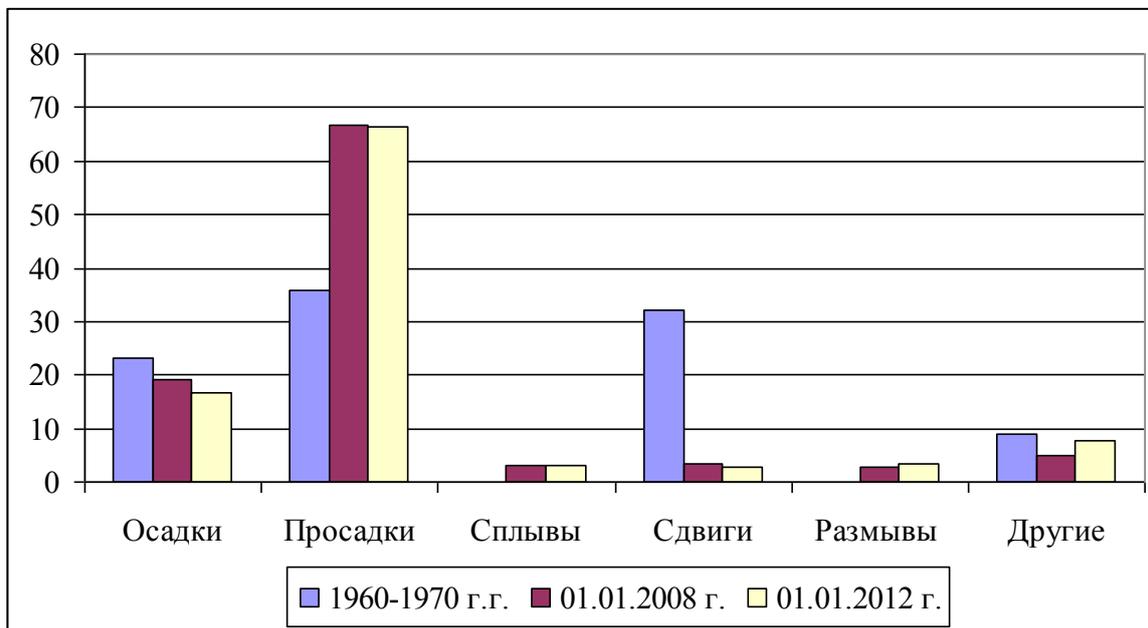


Рис. 4. Распределение общего количества дефектных мест земляного полотна на неэлектрифицированных участках

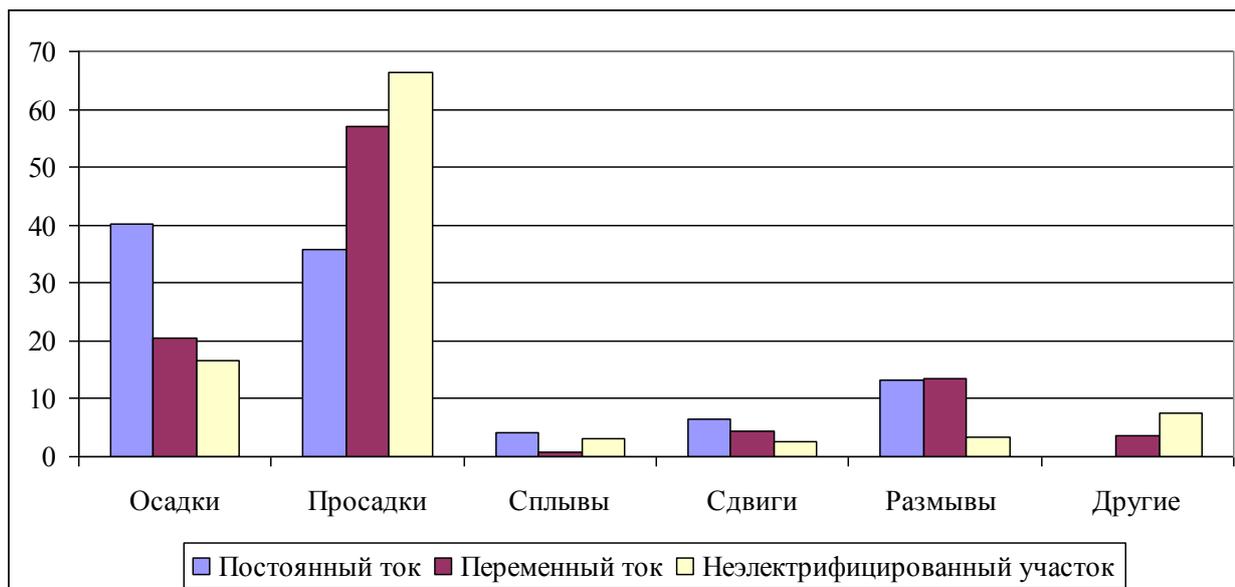


Рис. 5. Распределение общего количества дефектных мест земляного полотна по видам электрификации

Максимальное количество осадок земляного полотна наблюдается и в других странах. По приведенным в [6] данным протяженность участков с деформациями земляного полотна Российских железных дорог составляет 6,1% эксплуатационной длины. При этом распределение деформаций, влияющих на уровень безопасности движения, является таким: деформации тела насыпи (осадки, сплывы) – 30,2%; пучины – 12,6%; нарушение поперечных очертаний – 31,8%; балластные корыта – 2,6%; остальные (водоразмывы, оползни, обвалы, сели, карсты) – 22,8%. По отдельным дорогам картины распределения дефектов сильно отличаются, что связано с большим разнообразием климатических и гидрогеологических условий. Например, на Дальневосточной дороге земляное полотно является одним из наиболее дефектных элементов пути, при этом общая протяженность деформирующихся участков достигает 25,4%. Эти данные свидетельствуют об общей тенденции развития дефектов земляного полотна на всех железных дорогах.

Среди причин, которые вызывают появление дефектов основной площадки и

осадок земляного полотна, наиболее весомой является переувлажнение грунтов в силу различных факторов: неудовлетворительное состояние балластной призмы и водоотводных сооружений, использование неподходящих грунтов и их неправильное расположение во время строительства, неудовлетворительное текущее содержание пути и др. Кроме снижения прочности водонасыщенных грунтов в земляном полотне могут происходить и другие процессы, приводящие к интенсификации возникновения повреждений. В качестве гипотезы можно предположить, что на электрифицированных линиях токи утечки и блуждающие токи, описанные в [2], могут усилить негативное воздействие повышенной влажности на земляное полотно.

Выводы и перспективы использования. Таким образом подтверждена зависимость развития дефектов и деформаций земляного полотна во времени и от вида электрификации железной дороги. Постоянный ток вызывает увеличение осадок земляного полотна. Переменный ток, как и постоянный,

наоборот, снижает количество просадок. Остальные виды дефектов не сильно изменяются после электрификации участков железной дороги. Такой анализ позволит предусмотреть наиболее действенные методы предотвращения или предупреждения развития повреждений для

каждого вида участков пути отдельно. Правильное и всестороннее диагностирование состояния земляного полотна позволит предотвратить внезапные деформации и снизить негативные экономические и социальные последствия от их возникновения.

Список литературы

1. Трикоз, Л.В. Анализ зависимости дефектов и деформаций земляного полотна от различных факторов [Текст] / Л.В. Трикоз, А.А. Плугин, В.О. Систренский // Зб.наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 91. – С. 187-197.
2. Вплив обводненості і струмів витоку на дефекти і деформації земляного полотна та моніторинг його вологісного стану [Текст] / А.А. Плуґін, А.М. Плуґін, Л.В. Трикоз, О.С. Герасименко // Залізничний транспорт України. – 2010. – № 5. – С.13-16.
3. Трикоз, Л.В. Аналіз розподілення дефектів і деформацій земляного полотна на залізницях України [Текст] / Л.В. Трикоз, А.В. Никитинський, В.А. Лютий // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 99. – С. 185-191.
4. Юрченко, В.В. Проблемы эксплуатации земляного полотна на Донецкой железной дороге [Текст] / В.В. Юрченко, Л.В. Трикоз, А.А. Плугин // Зб.наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 221-227.
5. Зведена відомість земляного полотна, схильного до деформацій, по Південній залізниці станом на 01.01.2012 р. [Текст] / Інженерно-геологічна база служби колії Південної залізниці. – Харків, 2012. – 13 с.
6. Васюкевич, Е.Б. На путевой секции научно-технического совета [Текст] / Е.Б. Васюкевич // Путь и путевое хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 22-28.

Ключевые слова: земляное полотно, дефекты, деформации, постоянный ток, переменный ток.

Аннотации

Проведено аналіз даних про пошкодження, дефекти та деформації земляного полотна Південної залізниці. Вивчено розвиток дефектів земляного полотна в часі і зіставлені дані по електрифікованих ділянках до і після електрифікації. Зроблено висновок, що процес розвитку дефектів на ділянках, електрифікованих постійним струмом, дещо відрізняється від ділянок, неелектрифікованих і електрифікованих змінним струмом. Висунуто гіпотезу про можливий опис процесу розрідження ґрунтів з урахуванням впливу струмів витоку.

Проведен анализ данных о повреждениях, дефектах и деформациях земляного полотна Южной железной дороги. Изучено развитие дефектов земляного полотна во времени и сопоставлены данные по электрифицированным участкам до и после электрификации. Сделан вывод, что процесс развития дефектов на участках, электрифицированных постоянным током, несколько отличается от участков, неэлектрифицированных и электрифицированных переменным током. Выдвинута гипотеза о возможном описании процесса разжижения грунтов с учетом влияния токов утечки.

The damages, defects and deformations data for the railway bed of Yuzhnaya Railways are analysed. The time development of the defects of the railway bed of Yuzhnaya Railways studied. The data related to electric traction sections before and after the traction implementation are compared. A conclusion is made that the process of the defects development in the sections with DC traction is a little bit different from those with AC traction and sections where electrical traction has never been implemented. The hypothesis is advanced that possible impact of leakage on the development processes of subgrade strain.